

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-5156

(43)公開日 平成5年(1993)1月14日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	府内整理番号	F I	技術表示箇所
C 22 C 38/00	3 0 1 A	7217-4K		
C 21 D 8/04 9/46	A G U	7412-4K 7356-4K 7356-4K		
C 22 C 38/00	3 0 1 S	7217-4K		

審査請求 未請求 請求項の数12(全 12 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願平3-186812	(71)出願人	000001258 川崎製鉄株式会社 兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28 号
(22)出願日	平成3年(1991)7月1日	(72)発明者	増井 進 千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式 会社技術研究本部内
(31)優先権主張番号	特願平2-215805	(72)発明者	坂田 敬 千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式 会社技術研究本部内
(32)優先日	平2(1990)8月17日	(74)代理人	弁理士 杉村 晓秀 (外5名)
(33)優先権主張国	日本 (JP)		
(31)優先権主張番号	特願平3-72194		
(32)優先日	平3(1991)3月13日		
(33)優先権主張国	日本 (JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 成形加工用高強度鋼板とその製造方法

(57)【要約】

【構成】 重量割合が、C : 0.01 ~ 0.1 %、Si : 0.1 ~ 1.2 %、Mn : 3.0%以下、Ti : (Ti% - 1.5 S% - 3.43N%) / C% の値が 4 ~ 12、B : 0.0005 ~ 0.005 %、Al : 0.1%以下、P : 0.1%以下、S : 0.02%以下、N : 0.05%以下を含有する成形加工用高張力鋼板、ならびに、上記成分組成を含有する鋼スラブを1100~1280°C の温度範囲で加熱し熱延する鋼板の製造方法、及び上記熱延板を冷延・焼鈍する鋼板の製造方法、さらにこれら の鋼板にめつき処理を施す鋼板の製造方法。

【効果】 面内異方性が小さく、低降伏比、完全非時効で、高 r 値の高温加熱による軟質化の起こりにくい高強度鋼板を得る。

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】

C : 0.01 wt% から、0.1 wt%未満まで、
 Si : 0.1 wt%から、1.2 wt%まで、
 Mn : 3.0 wt%まで、
 Ti : 次式であらわされる有効*Ti (wt%)と上記C (wt%)との比、すなわち有効*Ti (wt%)／C (wt%)が4から12まで、

$$\text{有効*Ti (wt\%)} = \text{Ti (wt\%)} - 1.5 \text{ S (wt\%)} - 3.43 \text{ N (wt\%)}$$

 B : 0.0005 wt% から、0.005 wt%まで、
 Al : 0.1 wt%まで、
 P : 0.1 wt%まで、
 S : 0.02 wt%まで、及び
 N : 0.005 wt%まで、
 を含有し、残部は鉄及び不可避不純物の組成からなる成形加工用高強度鋼板。

【請求項2】

C : 0.01 wt% から、0.1 wt%未満まで、
 Si : 0.1 wt%から、1.2 wt%まで、
 Mn : 3.0 wt%まで、
 Ti : 次式であらわされる有効*Ti (wt%)と上記C (wt%)との比、すなわち有効*Ti (wt%)／C (wt%)が4から12まで、

$$\text{有効*Ti (wt\%)} = \text{Ti (wt\%)} - 1.5 \text{ S (wt\%)} - 3.43 \text{ N (wt\%)}$$

 B : 0.0005 wt% から、0.005 wt%まで、
 Al : 0.1 wt%まで、
 P : 0.1 wt%まで、
 S : 0.02 wt%まで、及び
 N : 0.005 wt%までを含み、かつ、
 V : 0.02 wt%から、0.2 wt%まで、
 Nb : 0.02 wt%から、0.2 wt%まで、及び
 Zr : 0.02 wt%から、0.2 wt%まで、
 のうちから選んだ1種又は2種以上を含有し、残部は鉄及び不可避不純物の組成からなる成形加工用高強度鋼板。

【請求項3】

C : 0.01 wt% から、0.1 wt%未満まで、
 Si : 0.1 wt%から、1.2 wt%まで、
 Mn : 3.0 wt%まで、
 Ti : 次式であらわされる有効*Ti (wt%)と上記C (wt%)との比、すなわち有効*Ti (wt%)／C (wt%)が4から12まで、

$$\text{有効*Ti (wt\%)} = \text{Ti (wt\%)} - 1.5 \text{ S (wt\%)} - 3.43 \text{ N (wt\%)}$$

 B : 0.0005 wt% から、0.005 wt%まで、
 Al : 0.1 wt%まで、
 P : 0.1 wt%まで、
 S : 0.02 wt%まで、及び

N : 0.005 wt%までを含み、かつ、
 Cr : 0.05 wt%から、1.5 wt%まで、
 Ni : 0.05 wt%から、2.0 wt%まで、
 Mo : 0.05 wt%から、1.0 wt%まで、及び
 Cu : 0.05 wt%から、1.5 wt%まで
 のうちから選んだ1種又は2種以上を含有し、残部は鉄及び不可避不純物の組成からなる成形加工用高強度鋼板。

【請求項4】

10 C : 0.01 wt%から、0.1 wt%未満まで、
 Si : 0.1 wt%から、1.2 wt%まで、
 Mn : 3.0 wt%まで、
 Ti : 次式であらわされる有効*Ti (wt%)と上記C (wt%)との比、すなわち有効*Ti (wt%)／C (wt%)が4から12まで、

$$\text{有効*Ti (wt\%)} = \text{Ti (wt\%)} - 1.5 \text{ S (wt\%)} - 3.43 \text{ N (wt\%)}$$

 B : 0.0005 wt%から、0.005 wt%まで、
 Al : 0.1 wt%まで、
 P : 0.1 wt%まで、
 S : 0.02 wt%まで、及び
 N : 0.005 wt%までを含み、かつ、
 V : 0.02 wt%から、0.2 wt%まで、
 Nb : 0.02 wt%から、0.2 wt%まで、及び
 Zr : 0.02 wt%から、0.2 wt%までのうちから選んだ1種又は2種以上と、
 Cr : 0.05 wt%から、1.5 wt%まで、
 Ni : 0.05 wt%から、2.0 wt%まで、
 Mo : 0.05 wt%から、1.0 wt%まで、及び
 Cu : 0.05 wt%から、1.5 wt%まで
 のうちから選んだ1種又は2種以上とを含有し、残部は鉄及び不可避不純物の組成からなる成形加工用高強度鋼板。

【請求項5】

20 C : 0.01 wt%から、0.1 wt%未満まで、
 Si : 0.1 wt%から、1.2 wt%まで、
 Mn : 3.0 wt%まで、
 Ti : 次式であらわされる有効*Ti (wt%)と上記C (wt%)との比、すなわち有効*Ti (wt%)／C (wt%)が4から12まで、

$$\text{有効*Ti (wt\%)} = \text{Ti (wt\%)} - 1.5 \text{ S (wt\%)} - 3.43 \text{ N (wt\%)}$$

 B : 0.0005 wt%から、0.005 wt%まで、
 Ca : 0.0005 wt%から、0.005 wt%まで、
 Al : 0.1 wt%まで、
 P : 0.1 wt%まで、
 S : 0.02 wt%まで、及び
 N : 0.005 wt%まで
 を含有し、残部は鉄及び不可避不純物の組成からなる成形加工用高強度鋼板。

3

【請求項6】

C : 0.01 wt%から、0.1 wt%未満まで、
 Si : 0.1 wt%から、1.2 wt%まで、
 Mn : 3.0 wt%まで、
 Ti : 次式であらわされる有効*Ti (wt%)と上記C (wt%)との比、すなわち有効*Ti (wt%)/C (wt%)が4から12まで、

$$\text{有効*Ti (wt\%)} = \text{Ti (wt\%)} - 1.5 \text{ S (wt\%)} - 3.43 \text{ N (wt\%)}$$

 B : 0.0005 wt%から、0.005 wt%まで、
 Ca : 0.0005 wt%から、0.005 wt%まで、
 Al : 0.1 wt%まで、
 P : 0.1 wt%まで、
 S : 0.02 wt%まで、及び
 N : 0.005 wt%までを含み、かつ、
 V : 0.02 wt%から、0.2 wt%まで、
 Nb : 0.02 wt%から、0.2 wt%まで、及び
 Zr : 0.02 wt%から、0.2 wt%まで
 のうちから選んだ1種又は2種以上を含有し、残部は鉄及び不可避不純物の組成からなる成形加工用高強度鋼板。

【請求項7】

C : 0.01 wt%から、0.1 wt%未満まで、
 Si : 0.1 wt%から、1.2 wt%まで、
 Mn : 3.0 wt%まで、
 Ti : 次式であらわされる有効*Ti (wt%)と上記C (wt%)との比、すなわち有効*Ti (wt%)/C (wt%)が4から12まで、

$$\text{有効*Ti (wt\%)} = \text{Ti (wt\%)} - 1.5 \text{ S (wt\%)} - 3.43 \text{ N (wt\%)}$$

 B : 0.0005 wt%から、0.005 wt%まで、
 Ca : 0.0005 wt%から、0.005 wt%まで、
 Al : 0.1 wt%まで、
 P : 0.1 wt%まで、
 S : 0.02 wt%まで、及び
 N : 0.005 wt%までを含み、かつ、
 Cr : 0.05 wt%から、1.5 wt%まで、
 Ni : 0.05 wt%から、2.0 wt%まで、
 Mo : 0.05 wt%から、1.0 wt%まで、及び
 Cu : 0.05 wt%から、1.5 wt%まで
 のうちから選んだ1種又は2種以上を含有し、残部は鉄及び不可避不純物の組成からなる成形加工用高強度鋼板。

【請求項8】

C : 0.01 wt%から、0.1 wt%未満まで、
 Si : 0.1 wt%から、1.2 wt%まで、
 Mn : 3.0 wt%まで、
 Ti : 次式であらわされる有効*Ti (wt%)と上記C (wt%)との比、すなわち有効*Ti (wt%)/C (wt%)が4から12まで、

4

有効*Ti (wt%) = Ti (wt%) - 1.5 S (wt%) - 3.43 N (wt%)
 B : 0.0005 wt%から、0.005 wt%まで、
 Ca : 0.0005 wt%から、0.005 wt%まで、
 Al : 0.1 wt%まで、
 P : 0.1 wt%まで、
 S : 0.02 wt%まで、及び
 N : 0.005 wt%までを含み、かつ、
 V : 0.02 wt%から、0.2 wt%まで、
 Nb : 0.02 wt%から、0.2 wt%まで、及び
 Zr : 0.02 wt%から、0.2 wt%までのうちから選んだ1種又は2種以上と、
 Cr : 0.05 wt%から、1.5 wt%まで、
 Ni : 0.05 wt%から、2.0 wt%まで、
 Mo : 0.05 wt%から、1.0 wt%まで、及び
 Cu : 0.05 wt%から、1.5 wt%まで
 のうちから選んだ1種又は2種以上とを含有し、残部は鉄及び不可避不純物の組成からなる成形加工用高強度鋼板。

【請求項9】

C : 0.01 wt%から、0.1 wt%未満まで、
 Si : 0.1 wt%から、1.2 wt%まで、
 Mn : 3.0 wt%まで、
 Ti : 次式であらわされる有効*Ti (wt%)と上記C (wt%)との比、すなわち有効*Ti (wt%)/C (wt%)が4から12まで、

$$\text{有効*Ti (wt\%)} = \text{Ti (wt\%)} - 1.5 \text{ S (wt\%)} - 3.43 \text{ N (wt\%)}$$

 B : 0.0005 wt%から、0.005 wt%まで、
 Al : 0.1 wt%まで、
 P : 0.1 wt%まで、
 S : 0.02 wt%まで、及び
 N : 0.005 wt%まで
 を含む鋼スラブを素材として、該鋼スラブを1100°C以上、1280°C以下に加熱したのち熱延して熱延板とするこことを特徴とする成形加工用高強度鋼板の製造方法。

【請求項10】 請求項9に記載の熱延について、電気めつき又は溶融めつきを施すことを特徴とする成形加工用高強度鋼板の製造方法。

【請求項11】

C : 0.01 wt%から、0.1 wt%未満まで、
 Si : 0.1 wt%から、1.2 wt%まで、
 Mn : 3.0 wt%まで、
 Ti : 次式であらわされる有効*Ti (wt%)と上記C (wt%)との比、すなわち有効*Ti (wt%)/C (wt%)が4から12まで、

$$\text{有効*Ti (wt\%)} = \text{Ti (wt\%)} - 1.5 \text{ S (wt\%)} - 3.43 \text{ N (wt\%)}$$

 B : 0.0005 wt%から、0.005 wt%まで、
 Al : 0.1 wt%まで、

P : 0.1 wt% まで、
S : 0.02 wt% まで、及び
N : 0.005 wt% まで

を含む鋼スラブを素材として、該鋼スラブを1100°C以上、1280°C以下に加熱したのち熱延し、ついで冷延後再結晶温度以上で焼鈍することを特徴とする成形加工用高強度鋼板の製造方法。

【請求項12】 請求項11に記載の焼鈍につづいて、電気めっき又は溶融めっきを施すことを特徴とする成形加工用高強度鋼板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、主として自動車用内外板に用いて好適な、引張強さ40kgf/mm²以上を有する高強度鋼板とその製造方法を提案するものである。

【0002】 自動車の車体構成部材、外装板等に用いる鋼板は、従来から車体重量軽減のため高強度鋼板が広く採用されてきた。このような自動車用の高強度鋼板としては、プレス加工で代表される成形加工性が良いことが必要であるとともに、自動車の安全性確保のために要求される十分な強度を有することも必要である。加えて、近年来、自動車排ガス総量規制が著しく強まりつつある状況下で、今後一層の高強度化を計ることが急務となっている。また、これらの鋼板は、成形加工後に加工歪みを取り除くため、あるいは耐2次加工脆性の向上を目的として900°C以上の熱処理を施したり、溶接やろう付け等により高温に加熱されることがあり、これらの高温加熱に対して軟質化の起こりにくい特性を有することも望まれている。さらに、近年特に重視されている防錆性の観点から各種めっきが容易にできる鋼板であることが要望されている。

【0003】

【従来の技術】 自動車用に好適な加工性に優れる高強度鋼板に要求される特性としては、①高延性であること、②高r値であること、③低降伏比であること、④材質の面内異方性が小さいこと、などがあげられる。

【0004】 これらについて、たとえば、特開昭57-181361号公報に、剛性の優れた(高ヤング率)大寸法成形用冷延鋼板およびその製造方法、特開昭58-25436号公報に、遅時効性、異方性小なる深絞り用冷延鋼板の製造方法がそれぞれ開示されている。これらはともに、極低C鋼をベースとして、Nb、Ti等を微量添加し、さらに連続焼鈍条件を制御するものであり、高張力化には材質劣化が少ない固溶強化能の大きいPを強化成分として用いている。しかしながら、このP添加極低C鋼の引張強さは、せいぜい40kgf/mm²級程度が限界であり、極低C鋼をベースにした固溶強化成分添加の成分系では、将来急速に進むと考えられる自動車の車体軽量化による鋼板への高強度化要求に対し、その対応が困難となることは明らかである。また、今後、要求が強まる

と考えられる面内異方性に関しては、上記特開昭58-25436号公報に記載されているが、これらは引張強さが30kgf/mm²と低レベルのものである。

【0005】 上記のような極低C鋼ベースのP添加固溶強化型鋼板のほかに、強化機構の異なる高張力鋼板として、変態組織強化鋼板(複合組織鋼板)、析出強化型鋼板がある。このうち、変態組織鋼板は、低降伏比と優れた伸びを得ることが容易であるが、r値が低いので深絞り用には不向きである。

【0006】 一方、析出強化型鋼板、いわゆるHSLA(High Strength Low Alloy)鋼板は、Si、MnおよびNbなどを添加した鋼で、SiとMnの固溶強化とNbの炭窒化物析出による強化、及びこれらによる結晶粒の微細化強化を利用したもので、自動車用を始めとして家電用などにも使用されているが、この鋼板の難点は降伏比が高いことであり、このため使用条件が制限されている。この析出強化型鋼板について、これまでの文献をあげて以下に述べる。特公昭54-27822号公報には析出強化型高強度冷延鋼板の製造方法が、特公昭55-16214号公報には深絞り用高強度冷延鋼板の製造方法が開示されているが、これらはいずれも降伏比が70%を超えていて、大半が80%以上の高い値を示している。さらに、特開昭55-152128号公報には同じく析出強化型鋼板の製造方法として、加工性に優れた低降伏比高強度冷延鋼板の連続焼鈍による製造方法が開示されているが、深絞り性には全く言及されていない。

【0007】 つぎに、低CレベルのTi-IF(Interstitial Free)鋼として、特開昭57-35662号公報に2次加工性に優れた超深絞り用冷延鋼板が、また、特開昭60-92453号公報に深絞り性のすぐれたロウ付溶接用冷延鋼板が開示されている。しかし、この発明における目標引張強さが40kgf/mm²以上に対し、特開昭57-35662号公報は、その実施例から引張強さは40kgf/mm²未満であり、この発明の目標強度レベルに達していない。また、この発明においては、Siが必須成分であり、その限定範囲は0.1~1.2wt%であるのに対し、特開昭60-92453号公報の請求項にはSiの記載はなく、実施例中においてもSi含有量は0.09wt%以下であり、Siの効果を有效地に利用するこの発明とは本質的に異なる。

【0008】 【発明が解決しようとする課題】 この発明は、従来の極低C鋼よりC含有量の多い低C鋼をベースにして、TiによりIF化し、さらに添加成分を吟味することによって、引張強さを40kgf/mm²以上とし、従来の析出強化型鋼より低降伏比(70%未満)で、かつ、面内異方性が小さく、さらに、再加熱処理によって異常粒成長に起因する軟質化が起こりにくい、高強度鋼板とその製造方法を提案することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明は、幾多の実験・検討を重ねた結果、Siを添加した低C一高Ti成分系を採用して、完全IF化することにより、低降伏比で面内異方性の小さい高強度鋼板が得られることを見出したことによるものである。

【0010】すなわち、この発明の要旨は、

① C : 0.01 wt% から、0.1 wt%未満まで、

Si : 0.1 wt%から、1.2 wt%まで、

Mn : 3.0 wt%まで、

Ti : 次式であらわされる有効*Ti (wt%)と上記C (wt%)との比、すなわち有効*Ti (wt%) / C (wt%)が4から12まで、

有効*Ti (wt%) = Ti (wt%) - 1.5 S (wt%) - 3.43N (wt%)

B : 0.0005 wt% から、0.005 wt%まで、

Al : 0.1 wt%まで、

P : 0.1 wt%まで、

S : 0.02 wt%まで、及び

N : 0.005 wt%まで

を含有し、残部は鉄及び不可避不純物の組成からなる成形加工用高強度鋼板（第1発明）であり、

② 第1発明の残部成分の鉄と置換して、さらに

V : 0.02 wt% から、0.2 wt%まで、

Nb : 0.02 wt%から、0.2 wt%まで、及び

Zr : 0.02 wt%から、0.2 wt%まで

のうちから選んだ1種又は2種以上を含有する成形加工用高強度鋼板（第2発明）であり、

③ 第1発明又は第2発明の残部成分の鉄と置換して、さらに、

Cr : 0.05 wt% から、1.5 wt%まで、

Ni : 0.05 wt%から、2.0 wt%まで、

Mo : 0.05 wt%から、1.0 wt%まで、及び

Cu : 0.05 wt%から、1.5 wt%まで

のうちから選んだ1種又は2種以上を含有する成形加工用高強度鋼板（第3、4発明）であり、

④ 第1、2、3又は4発明の残部成分の鉄と置換して、さらに、

Ca : 0.0005 wt%から、0.005 wt%まで

を含有する成形加工用高張力鋼板（第5、6、7、8発明）であり、

【0011】

⑤ C : 0.01 wt% から、0.1 wt%未満まで、

Si : 0.1 wt%から、1.2 wt%まで、

Mn : 3.0 wt%まで、

Ti : 次式であらわされる有効*Ti (wt%)と上記C (wt%)との比、すなわち有効*Ti (wt%) / C (wt%)が4から12まで、

有効*Ti (wt%) = Ti (wt%) - 1.5 S (wt%) - 3.43N (wt%)

B : 0.0005 wt% から、0.005 wt%まで、

Al : 0.1 wt%まで、

P : 0.1 wt%まで、

S : 0.02 wt%まで、及び

N : 0.005 wt%まで

を含む鋼スラブを素材として、該鋼スラブを1100°C以上、1280°C以下に加熱したのち熱延して熱延板とするこことを特徴とする成形加工用高強度鋼板の製造方法（第9発明）であり、

⑥ 第9発明に記載の熱延につづいて、電気めっき又は溶融めっきを施す成形加工用高強度鋼板の製造方法（第10発明）であり、

⑦ C : 0.01 wt% から、0.1 wt%未満まで、

Si : 0.1 wt%から、1.2 wt%まで、

Mn : 3.0 wt%まで、

Ti : 次式であらわされる有効*Ti (wt%)と上記C (wt%)との比、すなわち有効*Ti (wt%) / C (wt%)が4から12まで、

有効*Ti (wt%) = Ti (wt%) - 1.5 S (wt%) - 3.43N (wt%)

20 B : 0.0005 wt% から、0.005 wt%まで、

Al : 0.1 wt%まで、

P : 0.1 wt%まで、

S : 0.02 wt%まで、及び

N : 0.005 wt%まで

を含む鋼スラブを素材として、該鋼スラブを1100°C以上、1280°C以下に加熱したのち熱延し、ついで冷延後再結晶温度以上で焼鈍することを特徴とする成形加工用高強度鋼板の製造方法（第11発明）であり、

⑧ 第11発明に記載の焼鈍につづいて、電気めっき又は溶融めっきを施す成形加工用高強度鋼板の製造方法（第12発明）である。

【0012】

【作用】まず、この発明の基礎となった実験結果について述べる。化学成分組成を、C : 0.05 wt%、Mn : 0.5 wt%、Ti : 0.2 wt%、B : 0.0005 wt%、Al : 0.05 wt%、P : 0.01 wt%、S : 0.001 wt%、N : 0.0015 wt%とし、さらにSi含有量を0~2.60 wt%の範囲で変化して含有させた12種類の板厚0.70mmの冷延板を700°Cで箱焼鈍し引張特性を調査した。

40 【0013】この調査結果より、引張特性値とSi含有量の関係を図1に示す。この図1から明らかのように、Si含有量が0.1~1.2 wt%の範囲で低YR-高E1-高平均r値が得られている。このSiの効果は、Siによるフェライト純化作用のためと考えられる。

【0014】ついで、成形加工性と同時に高温での軟質化の起りにくさについて、CとTiとの関係を検討した。化学成分組成を、Si : 0.5 wt%、Mn : 0.3 wt%、B : 0.0012 wt%、Al : 0.04 wt%、P : 0.05 wt%、S : 0.010 wt%とし、さらにC及びTi含有量を種々変化して含有させた32種類の鋼素材について、1200°Cに加熱後、

900 °Cの仕上げ圧延温度で熱延し、550 °Cの温度で巻取って板厚3.00mmの熱延板とした。また、熱延板の一部を脱スケール処理後75%の圧下率で冷延し、800 °C・40秒間保持後20°C/秒で冷却(過時効なし)する条件で連続焼鈍したのち、伸び率0.8%の調質圧延を施し、板厚0.75mmの冷延板とした。このようにして得られた熱延板及び冷延板について、1000°C・1時間保持後、5°C/秒で冷却、の加熱処理を施し、その結晶粒径を調査した。これらの調査結果をまとめて図2(a), (b)に示す。

【0015】図2(a), (b)は、結晶粒径におよぼすC wt%及び有効*Ti wt%/C wt% (有効*Ti wt% = Ti wt% - 1.5 S wt% - 3.43 N wt%) の関係を示すもので、この図から明らかのように、熱延板、冷延板とともに、有効*Ti wt%/C wt% が4以上で粒度番号が大きくなっていることから、この値以上であれば、Cを固定するための有効*Ti量としては十分であることがわかる。以上、1000°Cの熱処理を行っても、C含有量が0.01 wt%以上、有効*Ti wt%/C wt% が4以上で結晶粒の粗大化は見られなく、粒度番号は7以上を示している。なお、加熱後の結晶粒径は、粒度番号が7以上であれば軟質化は起こらない。

【0016】上記結果から、再加熱時における異常粒成長防止(軟質化防止)には、C含有量を0.01 wt%以上、有効*Ti wt%/C wt%を4以上とすることにあるが、この理由は、生成したTi系の微細な炭化物が再加熱時でも比較的に安定して存在するので、これが異常な粒成長を抑制するのに役立っているためと推察される。

【0017】さらに、詳細な実験の結果、Si含有量が面内異方性及びr値に大きく影響することが判明した。図3(a), (b), (c)及び(d)は、C : 0.05 wt%, Si : 0 wt%, 1.0 wt%, 1.5 wt%及び2.0 wt%の4種類、Mn : 0.01 wt%, Ti : 0.206 wt%, B : 0.0008 wt%, Al : 0.04 wt%, P : 0.01 wt%, S : 0.001 wt%及びN : 0.0014 wt%を含有する4種類の冷延板を、720 °Cで箱焼鈍した鋼板について測定した極点図を示すもので、図3の(a), (b), (c)及び(d)は、それぞれSi含有量が、0 wt%, 1.0 wt%, 1.5 wt%及び2.0 wt%のものである。これらの図から、Si含有量が1.0 wt%の(b)は、強い{111} <112>集合組織を示すとともに<100>//ND方位の発達が弱くなっている。これはとりもなおさず、面内異方性を小さく、r値を高めるものでSi含有量は1 wt%前後がよいことを示している。

【0018】つぎに、この発明の鋼の化学成分組成範囲の限定理由について述べる。

【0019】C : 0.01~0.1 wt%

Cは、0.01 wt%未満の含有量では目標とする引張強さ40 kgf/mm²以上が得られず、さらに高温で軟質化しやすくなる。一方、0.1 wt%以上を含有すると、連続焼鈍法により製造する場合、焼鈍時の結晶粒成長性が急激に減少し、所望の延性を得ることができない。したがって、その含有量は0.01 wt%から、0.1 wt%未満までとする。

【0020】Si : 0.1~1.2 wt%

Siは、この発明において重要な成分であり、フェライト中からCを排出し、Ti炭化物の析出ならびに凝集粗大化を促進する効果があり、含有量が0.1 wt%未満ではその効果が現れない。一方、1.2 wt%を超えて含有すると、Si自体の固溶強化能により急激に延性が劣化するとともに、r値さらには各種めっき性を劣化させる。したがって、その含有量は0.1 wt%から、1.2 wt%までとするが、面内異方性及びr値向上の観点から0.4 wt%から、1.0 wt%までとすることが好ましい。

【0021】Mn : 3.0 wt%まで

Mnは、鋼の強化成分として有用である。しかし、3.0 wt%を超えて含有すると過度に硬化てしまい、延性の劣化が著しくなる。したがって、その含有量は3.0 wt%までとする。

【0022】

Ti : 有効*Ti (wt%) / C (wt%) が4~12

Tiは、この発明において重要な成分で、C, S及びNを固定するために必要である。有効*Tiが4 C未満ではCを完全に固定しきれないで、前記したように再加熱により結晶粒が粗大化し軟質化が起こる。また、有効*Tiが12 Cを超えて含有するとTiが過剰に固溶して材質が劣化するばかりでなく、鋼板の表面品質も損なうことになる。したがって、その含有量は有効*Ti/Cが4から12の範囲を満足する範囲とする。

(有効*Ti = Ti - 1.5 S - 3.43 N)

【0023】B : 0.0005~0.005 wt%

Bは、二次加工脆性を改善するために必要で、含有量が0.0005 wt%未満ではその効果が不十分であり、0.005 wt%を超えると深絞り性の劣化が著しくなる。したがって、その含有量は0.0005 wt%から、0.005 wt%までとする。

【0024】Al : 0.1 wt%まで

Alは、鋼中のOを固定して、Oとの結合により有効*Ti量の低下を回避するのに有用な成分であるが、0.1 wt%を超えて含有してもその効果は飽和してしまう。したがって、その含有量は0.1 wt%までとする。

【0025】P : 0.1 wt%まで

Pは、非常にすぐれた固溶強化成分であるが、0.1 wt%を超えて含有すると、鋼板の表面品質が著しく劣化する。したがって、その含有量は0.1 wt%までとする。なおC含有量との関係でP(wt%)/C(wt%)が1.5未満であることが好ましい。

【0026】S : 0.02 wt%まで

Sは、熱間圧延時における割れの発生原因となるので、その含有量は0.02 wt%までとする。

【0027】N : 0.005 wt%まで

Nは、多量に含有すると有効*Ti量を低減させるほか、r値や延性の劣化を招く、したがって、その含有量は少ない方が好ましいが許容できる上限として0.005 wt%とする。

11

する。

【0028】また、この発明においては上記化学成分組成に加えて、強度確保を目的として、炭化物形成成分であるV, Nb, Zrのうち1種又は2種以上を含有させることができる。その効果は含有量がそれぞれ0.02 wt%以上で発現するが、0.2 wt%を超えると延性の劣化をひきおこす。したがって、V, Nb, Zrの含有量はそれぞれ0.02 wt%から、0.2 wt%までとする。同様の目的で、固溶強化成分であるCr, Ni, Mo, Cuのうちから1種又は2種以上を含有させることができる。その効果は含有量がそれぞれ0.05 wt%以上で発現するが、過剰に含有すると鋼板の表面品質の劣化をひきおこす。したがって、それらの含有量は、Crが0.05 wt%から、1.5 wt%まで、Niが0.05 wt%から、2.0 wt%まで、Moが0.05 wt%から、1.0 wt%まで及びCuが0.05 wt%から、1.5 wt%までとする。

【0029】さらに、介在物の形状制御を目的として、Caを添加することができる。その効果は含有量が0.0005 wt%以上で発現するが、0.005 wt%を超えるとその効果は飽和するばかりでなく材質の劣化が著しくなる。したがって、その含有量は0.0005wt%から0.005 wt%までとする。

【0030】ここで、この発明において、極低C鋼よりC含有量の多い低C鋼を用いて高強度化しているにもかかわらず低降伏比が得られる理由についての考えを以下に述べる。すなわち、その理由は、有効*Ti/Cを4以上とすることにより、C, S及びNが完全に固定され完全I.F化が達成される。このため転位の固着作用効果が減少し、可動転位が増加することにより低降伏比が得られるものと考える。

【0031】つぎに、工程条件について述べる。まず、製鋼法については、常法にしたがって行えばよく、それらの条件の限定はとくに必要としない。

【0032】スラブ加熱温度は1100°C未満では加工性が劣化し、1280°Cを超えると粗大粒が出現してその後の材質にばらつきを生じる。したがってスラブ加熱温度は1100°C以上、1280°C以下の温度範囲とする。なお、省エネルギーの観点から連鉄スラブを再加熱又は連鉄後1100°C

12

未満に降温することなく、直ちにもしくは1100°C以上1280°C以下に保温処理を施したのち、粗圧延を行うこともよい。熱延仕上げ温度については、その温度が高すぎると最終的な組織が粗大となり延性に対して不利となる。また、低すぎると組織の展伸が著しくなるとともに圧延荷重も急激に増大し、操業上好ましくない。したがって、熱延仕上げ温度はAr₃変態点以上、Ar₃変態点+100°C以下の温度範囲が好ましい。熱延後の巻取り温度については、その後の酸洗性と巻取機の能力から400°C以上、700°C以下の温度範囲であればよい。

【0033】冷延においては、焼鈍後に十分な加工性を得るために、その圧下率は55%以上とすることが好ましい冷延後の焼鈍は、再結晶させるために再結晶温度以上とする必要がある。ただし、焼鈍後の複合組織化を避けるためAc₃変態点未満の温度とすることが好ましい。焼鈍法については特に限定するものではなく、連続焼鈍法でも箱焼鈍法でもよい。

【0034】めっき条件については、電気めっきの場合、熱延板、冷延板とも通常の方法で所望の目付け量のめっきを行えばよく、溶融めっきの場合は、溶融めっき単独のラインのほか、焼鈍工程において、連続溶融めっきラインに適用することもよい。

【0035】さらに、これらの鋼板に、板形状矯正などの目的で、調質圧延を通常常識範囲の板厚(mm)に等しい圧下率(%)程度行ってもよい。そしてさらに、この発明による鋼板は、焼鈍後又はめっき後、特集な処理を施して、化成処理性、溶接性、プレス成形性及び耐食性などの改善を行ってもよい。

【0036】

30 【実施例】転炉で溶製した表1及び表2に示す化学成分組成を有する、この発明の適合鋼26鋼種、比較鋼5鋼種計31鋼種の連鉄スラブを、それぞれ熱延し、板厚を鋼記号O, P, Q及びRについては3.2mmに、他の鋼種は全て2.8mmに仕上げた。また一部については溶融亜鉛めっきを施した。

【0037】

【表1】

13

14

(wt%)

鋼記号	C	Si	Mn	Ti	B	Al	P	S	N	V	Nb	Zr	Cr	Ni	Mo	Cu	Ca	有効Ti/C(重量比)	備考
A	0.028	1.1	0.20	0.17	0.0012	0.023	0.035	0.008	0.004									5.52	選合例
B	0.041	0.6	0.15	0.25	0.0007	0.027	0.025	0.001	0.003									5.68	
C	0.022	0.9	0.10	0.15	0.0009	0.035	0.020	0.007	0.003									5.84	
D	0.032	0.7	0.15	0.20	0.0006	0.037	0.015	0.008	0.004	0.07								5.44	
E	0.038	1.0	0.15	0.22	0.0014	0.028	0.025	0.010	0.003	0.09	0.08							5.40	
F	0.022	0.8	0.10	0.16	0.0009	0.038	0.025	0.007	0.003						0.8			5.84	
G	0.047	0.8	0.15	0.31	0.0005	0.027	0.025	0.009	0.003						0.3			6.08	
H	0.052	0.6	0.20	0.34	0.0008	0.031	0.010	0.005	0.002				0.6	1.1				6.24	
I	0.025	0.6	0.50	0.14	0.0009	0.046	0.050	0.002	0.002						0.0010			5.20	
J	0.044	0.5	0.25	0.23	0.0005	0.032	0.030	0.005	0.003		0.05	1.2			0.9			4.80	
K	0.034	0.8	0.35	0.19	0.0010	0.034	0.025	0.006	0.002	0.04			0.3	0.1	0.0007			5.12	
L	0.021	0.7	0.15	0.15	0.0013	0.036	0.015	0.010	0.003		0.11	0.04				0.8		5.92	
M	0.015	0.9	0.60	0.12	0.0008	0.041	0.020	0.009	0.002			0.13	0.4		0.2	0.0015		6.04	
N	0.030	0.7	0.45	0.19	0.0011	0.024	0.010	0.005	0.003	0.12	0.03		0.4		0.4	0.0009		5.04	
O	0.025	0.6	0.37	0.13	0.0012	0.051	0.049	0.011	0.0025									4.20	
P	0.010	0.34	0.88	0.09	0.0023	0.047	0.059	0.009	0.0021									6.93	
Q	0.017	0.1	0.76	0.16	0.0015	0.034	0.038	0.004	0.0018									10.46	

【0038】

【表2】

(wt%)

鋼記号	C	Si	Mn	Ti	B	Al	P	S	N	V	Nb	Zr	Cr	Ni	Mo	Cu	Ca	有効Ti/C(重量比)	備考
R	0.030	0.2	0.30	0.16	0.0017	0.029	0.050	0.010	0.0019									4.62	選合例
S	0.077	0.4	0.56	0.38	0.0007	0.043	0.025	0.003	0.0035		0.16							4.72	
T	0.037	1.0	0.15	0.24	0.0011	0.037	0.015	0.002	0.0032	0.14								6.10	
U	0.015	0.1	0.92	0.11	0.0016	0.048	0.010	0.002	0.0027				1.6					6.51	
V	0.042	0.6	0.57	0.23	0.0009	0.041	0.040	0.006	0.0024			1.3						5.06	
W	0.025	0.3	0.10	0.15	0.0020	0.035	0.035	0.012	0.0017	0.03	0.03	0.14	0.2	0.1	0.07	0.1	0.0008	5.04	
X	0.063	0.7	0.40	0.38	0.0014	0.051	0.030	0.008	0.0038		0.03	0.3	0.7	0.4				5.31	
Y	0.091	0.4	0.25	0.44	0.0005	0.045	0.020	0.004	0.0021	0.02	0.02				0.2	0.0025		4.69	
Z	0.012	0.5	0.35	0.10	0.0025	0.040	0.066	0.005	0.0042		0.16		0.6		1.1			6.50	
a	0.003*	0.6	0.25	0.01	0.0005	0.032	0.080	0.005	0.003									-2.56*	
b	0.100*	0.9	0.20	0.46	0.0010	0.034	0.025	0.006	0.002									4.44	
c	0.045	0.7	0.15	0.15	0.0013	0.039	0.015	0.010	0.003									2.76*	
d	0.026	1.1	0.25	0.50	0.0008	0.041	0.020	0.009	0.002									8.44*	
e	0.031	2.1*	0.10	0.18	0.0011	0.024	0.010	0.005	0.003									5.20	

* 印はこの発明の限定範囲を外れるもの

かくして得られた鋼板について、機械的性質、時効指数

す。

A I、熱処理（再加熱）後の結晶粒度番号を調査した。

【0039】

上記熱延条件と調査結果をまとめて表3及び表4に示

40 【表3】

(熱延鋼板)

試料 記 号	熱延条件			機械的性質					熱処理後の特性 結晶粒度番号	めっき	備考
	スラブ加熱 温度(°C)	熱延仕上 温度(°C)	巻取温度 (°C)	YS(kgf/mm²)	TS(kgf/mm²)	YR(%)	EI(%)	AI(kgf/mm²)			
1 A	1250	895	690	29.1	46.1	63.1	34.9	0.0	8.0	無	適合例
2 B	1200	895	700	32.0	50.4	63.4	30.1	0.0	8.1	溶融亜鉛	"
3 C	1050 *	890	615	46.3	58.7	78.8	17.4	0.5	6.9	無	比較例
4 D	1180	890	500	30.4	47.9	63.4	33.6	0.1	7.9	電気	適合例
5 E	1320 *	895	630	37.9	48.6	77.9	29.6	0.2	6.5	無	比較例
6 F	1150	885	570	26.1	42.9	60.8	37.4	0.0	7.7	無	適合例
7 G	1020 *	890	640	41.6	52.7	78.9	23.1	0.4	6.7	溶融亜鉛	比較例
8 H	1230	895	480	34.9	53.8	64.8	28.6	0.0	8.1	溶融アルミ	適合例
9 I	1170	900	550	27.7	45.5	60.8	36.1	0.0	7.8	無	"
10 J	1040 *	870	600	40.3	51.1	78.8	24.4	0.5	6.7	無	比較例
11 K	1190	885	660	30.5	48.5	62.8	32.9	0.0	8.2	電気	適合例
12 L	1310 *	875	600	32.3	43.1	74.8	31.5	0.2	6.5	無	比較例
13 M	1200	890	580	24.7	41.8	59.0	39.2	0.0	7.8	溶融亜鉛	適合例
14 N	1180	880	620	29.4	47.4	62.0	34.2	0.0	7.5	無	"
15 O	1280	895	560	28.5	45.6	62.5	35.3	0.3	7.9	無	"
16 P	1240	895	560	25.2	44.0	57.2	38.0	0.0	7.8	無	"
17 Q	1200	895	500	26.2	45.1	58.0	37.4	0.0	8.0	無	"
18 R	1270	895	560	28.4	46.8	60.6	38.5	0.5	8.1	無	"
19 S	1190	885	610	38.2	59.7	63.9	25.5	0.1	8.3	溶融亜鉛	"
20 T	1220	900	550	30.1	49.9	60.3	30.9	0.0	7.9	無	"

*印はこの発明の固定範囲を外れるもの

【0040】

【表4】

(熱延鋼板)

試 料 記 号	熱延条件			機械的性質					熱処理後の特性 結晶粒度番号	めっき	備考
	スラブ加熱 温度(°C)	熱延仕上 温度(°C)	巻取温度 (°C)	YS(kgf/mm²)	TS(kgf/mm²)	YR(%)	EI(%)	AI(kgf/mm²)			
21 U	1280	890	640	28.1	46.6	61.3	34.1	0.0	7.7	電気	"
22 V	1150	880	600	30.9	51.1	60.4	29.6	0.0	7.9	無	"
23 W	1250	895	580	29.5	47.6	61.9	33.9	0.1	7.8	無	"
24 X	1200	885	620	34.2	55.3	61.8	28.9	0.0	8.1	溶融亜鉛	"
25 Y	1250	890	600	40.7	62.7	84.9	23.9	0.1	8.4	無	適合例
26 Z	1200	900	580	27.2	44.8	60.7	37.9	0.0	7.6	無	"
27 a	1240	895	620	29.7	37.2	79.8	39.0	5.7	6.4	溶融亜鉛	比較例
28 b	1200	885	560	46.9	65.2	71.9	15.1	0.2	7.7	無	"
29 c	1140	880	640	41.6	51.4	80.9	23.9	4.6	6.6	無	"
30 d	1170	890	540	35.9	47.3	75.8	29.7	0.0	8.2	無	"
31 e	1210	900	660	41.1	49.1	83.7	27.3	0.1	7.2	無	"
32 C	1150	890	520	24.8	42.1	58.9	38.3	0.0	7.5	電気	適合例
33 E	1260	885	680	30.9	48.9	63.1	32.5	0.1	7.7	無	"
34 G	1200	890	500	31.4	51.8	60.6	28.9	0.0	7.4	無	"
35 J	1280	900	700	25.1	42.3	59.3	37.9	0.1	7.9	溶融亜鉛	"
36 L	1120	890	480	24.2	41.4	58.4	40.3	0.0	7.8	無	"

【0041】さらに、上記熱延板（スラブ加熱温度がこの発明に適合するもの）の一部を、脱スケール後に75%の圧下率で冷延し、板厚0.80mm又は0.70mmとしたのち連続焼鈍又は箱焼鈍を施したのち、圧下率0.80%又は0.70%の調質圧延を施した。また、その一部については、電気めっき又は溶融メッキを施した。

【0042】かくして得られた鋼板について、平均r値及び面内異方性の指標であるΔrを含めた機械的性質、時効指数AI、熱処理後の結晶粒度番号を調査した。焼鈍条件と上記調査結果をまとめて表5及び表6に示す。

40 【0043】

【表5】

17
(冷延鋼板)

18

試料No.	鋼記号	焼純条件	再結晶温度(°C)	機械的性質						熱処理後の特性 結晶粒度番号	めっき	備考	
				YS(kgf/mm²)	TS(kgf/mm²)	YR(%)	E1(%)	r値	△r				
37	A	860 °C×40sec	695	26.3	46.6	56.4	37.8	1.71	0.01	0.0	7.9	無	適合例
38	B	720 °C×40 hr	713	31.9	54.6	58.4	35.1	1.68	0.01	0.0	8.0	電気	"
39	C	850 °C×10sec*	683	23.4	41.9	55.8	45.2	1.82	0.01	0.0	7.4	溶融亜鉛	"
40	D	660 °C×30sec*	691	47.1	52.4	89.8	18.6	-	-	0.1	7.1	無	比較例
41	E	830 °C×40sec	698	29.8	47.1	63.2	33.8	1.65	0.05	0.1	7.6	溶融アルミ	適合例
42	F	680 °C×60sec*	685	42.0	49.5	84.8	22.6	1.12	0.45	0.0	7.2	無	比較例
43	G	760 °C×24 hr	718	32.1	50.3	63.8	31.6	1.62	0.10	0.0	7.3	無	適合例
44	H	820 °C×40sec	726	33.7	54.3	62.0	29.1	1.52	0.08	0.0	8.0	溶融亜鉛	"
45	I	650 °C×40 hr*	689	43.3	49.8	86.9	21.9	1.05	0.55	0.2	6.7	電気	比較例
46	J	880 °C×20sec	716	30.2	47.7	63.3	33.3	1.61	0.15	0.1	7.8	無	適合例
47	K	650 °C×60sec*	696	45.0	50.1	89.8	19.7	1.02	0.65	0.1	7.4	溶融亜鉛	比較例
48	L	730 °C×24 hr	680	26.8	42.6	62.9	37.7	1.83	0.08	0.1	7.7	無	適合例
49	M	660 °C×40 hr*	674	40.5	46.1	87.8	27.1	1.16	0.40	0.3	6.6	無	比較例
50	N	850 °C×20sec	688	27.7	44.1	62.8	35.3	1.78	0.11	0.0	7.4	溶融亜鉛	適合例
51	O	800 °C×60sec	691	28.1	44.9	62.5	35.0	1.60	0.08	0.2	7.8	無	"
52	P	800 °C×60sec	670	25.3	45.1	56.0	36.1	1.65	0.10	0.0	7.6	無	"
53	Q	800 °C×60sec	681	25.9	45.3	57.1	36.9	1.75	0.05	0.0	8.0	無	"
54	R	800 °C×60sec	692	28.5	47.6	59.8	35.0	1.55	0.12	0.5	8.3	無	"
55	S	740 °C×24 hr	738	37.9	60.2	62.9	26.3	1.50	0.15	0.5	8.3	電気	"

*印はこの発明の限定範囲を外れるもの

【0044】

20 【表6】

(冷延鋼板)

試料No.	鋼記号	焼純条件	再結晶温度(°C)	機械的性質						熱処理後の特性 結晶粒度番号	めっき	備考	
				YS(kgf/mm²)	TS(kgf/mm²)	YR(%)	E1(%)	r値	△r				
56	T	860 °C×30sec	700	30.2	50.1	60.2	35.7	1.58	0.09	0.0	7.8	無	"
57	U	720 °C×30 hr	679	29.2	47.0	62.1	36.7	1.68	0.06	0.1	7.5	無	"
58	V	850 °C×40sec	716	32.6	51.8	62.9	35.3	1.63	0.10	0.0	7.8	溶融亜鉛	"
59	W	820 °C×60sec	693	28.8	47.9	62.2	35.9	1.67	0.05	0.2	7.7	無	"
60	X	730 °C×20 hr	726	33.3	55.7	59.7	34.7	1.54	0.11	0.1	8.0	無	"
61	Y	760 °C×40 hr	746	38.3	62.9	60.8	25.6	1.50	0.15	0.2	8.2	無	適合例
62	Z	810 °C×20sec	673	25.1	45.1	55.6	36.0	1.69	0.08	0.0	7.4	無	"
63	a	820 °C×40sec	660	26.2	39.2	66.8	40.8	1.96	0.08	5.9	6.3	無	比較例
64	b	760 °C×40 hr	749	46.4	61.8	75.0	21.5	0.98	0.65	0.3	7.5	無	"
65	c	850 °C×30sec	714	40.8	48.1	84.8	29.8	1.22	0.40	4.4	6.5	溶融亜鉛	"
66	d	810 °C×20sec	699	38.1	49.6	76.8	28.2	1.20	0.45	0.0	8.1	無	"
67	e	840 °C×30sec	702	36.1	45.8	78.8	30.5	1.36	0.35	0.1	7.1	無	"
68	D	750 °C×24 hr	691	29.5	48.3	61.0	35.7	1.61	0.07	0.0	7.4	無	適合例
69	F	820 °C×30sec	685	25.5	43.2	59.0	37.2	1.80	0.11	0.2	7.6	電気	"
70	I	720 °C×40 hr	689	26.0	45.9	56.6	36.4	1.66	0.09	0.0	7.2	無	"
71	K	850 °C×20sec	696	30.7	49.1	62.5	35.4	1.58	0.10	0.1	7.7	溶融亜鉛	"
72	M	840 °C×30sec	674	24.2	42.4	57.0	43.9	1.86	0.07	0.1	7.7	無	"

ここに、各処理条件は以下の通りである。電気めつきは、Zn-Ni めつきを目付量 30 g/m²で行った。溶融めつきは、Znめつき又はAlめつきを行い、Znめつきは、浴温:475°C、侵入板温:475°C、浸漬時間: 3秒、合金化温度: 485 °Cとし、目付量 45 g/m²で行い、Alめつきは浴温: 650 °C、侵入板温: 650 °C、浸漬時間: 3秒とし、目付量30g / m²で行った。熱処理(再加熱)条件は、950°Cに加熱して30分間保持後、5 °C/秒の緩冷却とした。

【0045】また、試験条件として、引張試験は、J I S 5号試験片を用い、YS, TS, E1については圧延方向で調査した。r 値は、15%歪における試験片長さ方

向中心部、及びその中心から両側12.5mmの位置の3点における幅を測定することにより求め、平均 r 値及び△r はそれぞれ下記式より求めた。
 平均 r 値 = (r₀ + r₉₀ + 2 r₄₅) / 4
 △r = (r₀ + r₉₀ - 2 r₄₅) / 4
 なお、r₀, r₄₅, r₉₀は、それぞれ圧延方向(r₀)、圧方向に対して45°方向(r₄₅)及び90°方向(r₉₀)の各r 値である。A I 値は、7.5 %の引張予歪後、100 °C・30分の時効処理を施し、時効前後の変形応力の差から求めた。

【0046】表3, 4及び5, 6から明らかのように、この発明の適合例は、めつきの有無、焼純法が箱焼純又

は連続焼鈍のいずれの場合でも、引張強さ 40 kgf/mm^2 以上が得られ、かつ、低降伏比(70 %以下)、高E.I.で、熱処理後の結晶粒度も7以上と再加熱による軟質化の起こりにくい特性を示し、さらには、冷延板については、高い平均r値を示すとともに面内異方性の指標である Δr も小さく、さらに時効指数A.I.については 1 kgf/mm^2 以下で完全非時効性が確保されているなど、優れた諸特性を示している。

【0047】

【発明の効果】この発明によれば、極低C鋼よりC含有量を多くした低C鋼レベルの鋼板でも、固溶C, S, N等を完全に固定することによって、面内異方性が小さく、低降伏比、完全非時効で高温加熱による軟質化の起こりにくい高強度鋼板が得られ、冷延板においては、さらに高r値の高強度析出強化鋼が得られる。したがつ

て、この発明は、その有用性から、析出強化型鋼板の用途拡大に役立つものである。

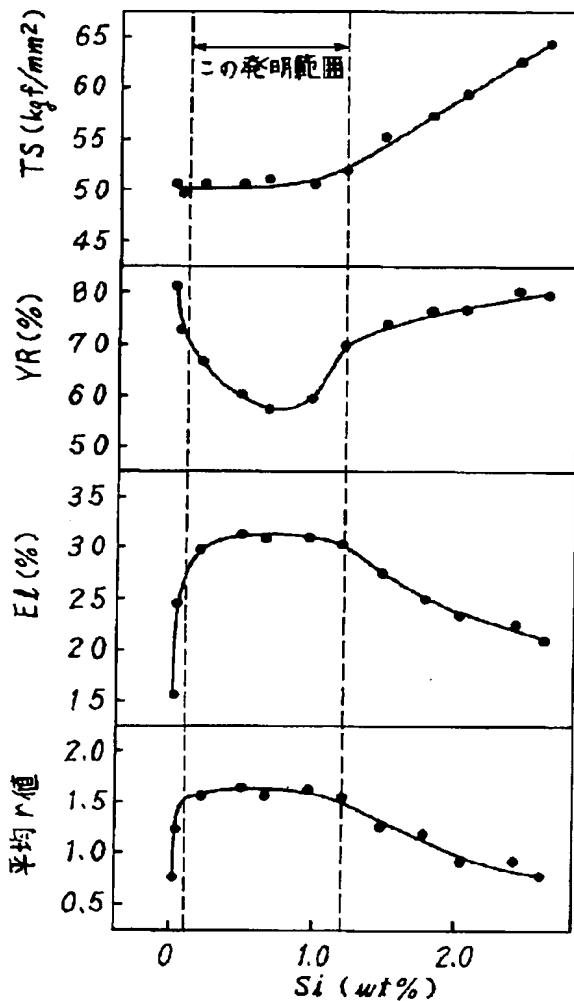
【図面の簡単な説明】

【図1】引張特性とSi含有量の関係を示すグラフである。

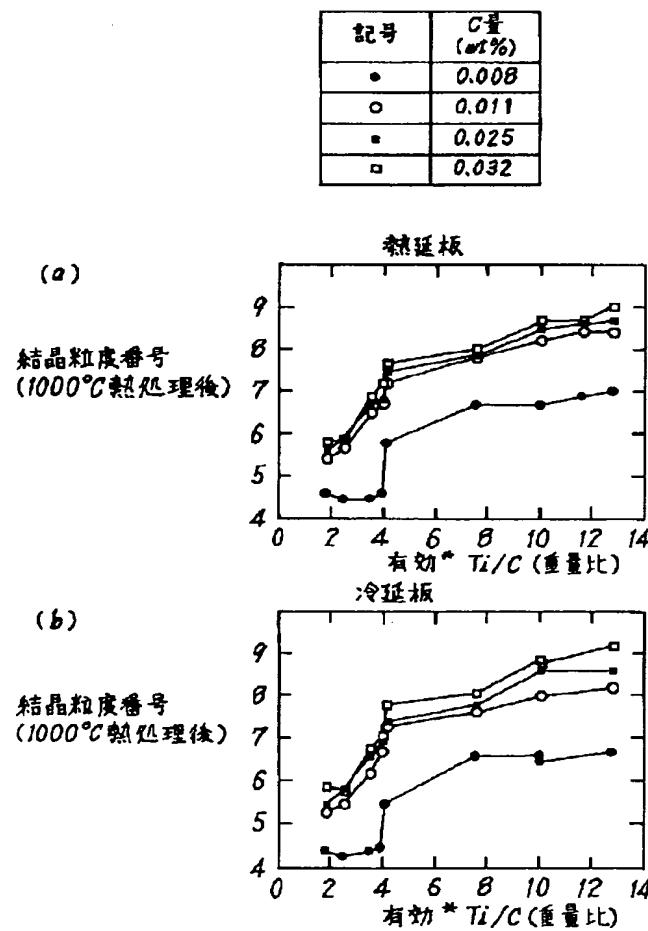
【図2】(a)は、熱延板の1000°C再加熱処理後の結晶粒径におけるC量及び $*\text{Ti}/\text{C}$ (重量比)の関係を示すグラフであり、(b)は、冷延板の1000°C再加熱処理後の結晶粒径におけるC量及び $*\text{Ti}/\text{C}$ (重量比)の関係を示すグラフである。

【図3】(a)は、Si含有量0 wt%の鋼板の(200)極点図であり、(b)は、Si含有量1 wt%の鋼板の(200)極点図であり、(c)は、Si含有量1.5 wt%の鋼板の(200)極点図であり、(d)は、Si含有量2.0 wt%の鋼板の(200)極点図である。

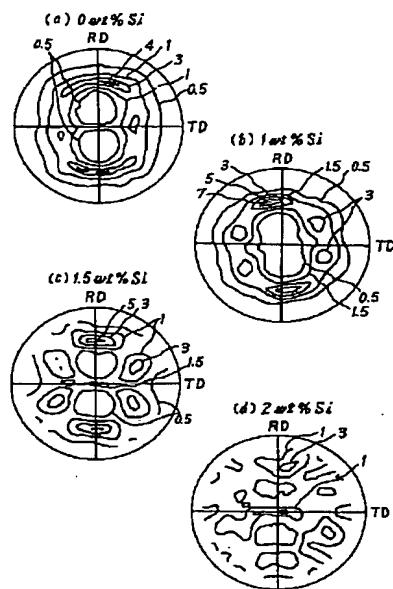
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 5 識別記号 庁内整理番号 F I 技術表示箇所
 C 22 C 38/00 W 7217-4K
 38/14

(72) 発明者 富樫 房夫
 千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式
 会社技術研究本部内

(72) 発明者 森田 正彦
 千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式
 会社技術研究本部内
 (72) 発明者 加藤 俊之
 千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式
 会社技術研究本部内